



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
CENTRO PIRENAICO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL

Apartado 64 JACA (Huesca)
(España)

CARACTERÍSTICAS DEL PAISAJE EN LAS CUENCAS ALTAS DE
LOS RÍOS ARAGÓN Y GALLEGO EN RELACIÓN A LA PRACTICA
DE LOS DEPORTES DE INVIERNO

Juan Puigdefébreas

Pedro Montserrat

Federico Fillat

Carlos Martí

I. Introducción.-

La candidatura de Jaca como sede de la Olimpiada Invernal para 1992 comporta la ampliación de las instalaciones existentes para crear una infraestructura suficiente, tanto en la zona de nieve como en la parte baja próxima a la ciudad.

El presente trabajo pretende describir los rasgos esenciales del paisaje natural jacetano, su capacidad de acogida y su vulnerabilidad frente a las actuaciones urbanísticas. Consideraremos la región más afectada por las posibles instalaciones olímpicas, las cuencas de los ríos Estarrún, Lubierre, Aragón de Canfranc y Gállego. *Tampoco halla del Soborcan y del Veral(!)*

El estudio constituye una aproximación preliminar que trata de recoger los conocimientos existentes sobre la región, interpretándolos en función del objetivo propuesto, pero sin obtener nueva información ni datos específicos sobre el terreno.

La información presentada se clasifica en cuatro apartados. Los tres primeros son analíticos y describen las características del sustrato, del clima y de la vegetación incluyendo algunos aspectos significativos del uso del suelo. El cuarto, de carácter sintético, pone de relieve los principales problemas de gestión territorial en grandes unidades de paisaje. Dada la condición general y esquemática del trabajo, así como las escalas de las cartografías temáticas disponibles, optamos por uniformar toda la documentación cartográfica presentandola a una misma escala, 1/100.000.

II. Litología.-

Las cabeceras de los valles de los ríos Aragón y Gállego se localizan en el eje de la cordillera pirenaica, en las zonas Axial, Sierras Interiores y parte de la Depresión Prepirenaica (zona de las colinas del flysch y depresión de Berdún - Jaca - Sabiñánigo), comarcas fisiográficas naturales que reciben estos nombres por parte de geógrafos y geólogos.

En el presente capítulo indicaremos brevemente la litología de cada una de estas zonas, así como la influencia de los diferentes tipos de rocas en el relieve de la región. En este aspecto hay que tener en cuenta además que durante la Era Cuaternaria la mayor parte del territorio por encima de 1.800 m. estaba ocupada por nieves permanentes y glaciares, que descendían por los valles hasta altitudes de 800-1.000 m. Tienen interés desde el punto de vista práctico los depósitos (llamados morrenas), que estos glaciares dejaron en numerosos puntos de las paredes de los valles, que en algunos casos tapizan totalmente algunos fondos de circo y cabeceras de valle (Izas, Piedrafita).

1. Zona Axial

Alcanza mayor extensión en el valle del Gállego que en el Aragón. En este última aparece al Norte de la estación de Canfranc, con los valles de Canal Roya, Astún, Candanchú y parte de Izas. En el Gállego comprende casi todo el Valle de Tena, al Norte de una línea imaginaria que pasaría por el ibón de Sabocos, Polituara y el Collado de Izas.

Las formaciones geológicas que constituyen la Zona Axial son las más antiguas del Pirineo, y al haber sufrido dos procesos de plegamiento las estructuras son más complejas, apareciendo en ocasiones afloramientos aislados y puntuales, con escasa continuidad E-W, a diferencia de lo que ocurre con las Sierras Interiores, que mantienen una continuidad en el sentido general de la cordillera pirenaica.

Describiremos sucintamente los tipos de rocas y formaciones que aparecen en la Zona Axial.

Granito. Predominan las granodioritas, de color gris, duras y resistentes a la erosión, por lo que dan lugar a macizos de altitud elevada, conservando bien el modelado glaciar, cuyo rasgo más claro son los numerosos lagos de montaña (ibones). Los dos afloramientos fundamentales son los macizos de Panticosa y Balaitús.

Rocas efusivas. Rocas básicas de tipo eruptivo, entre las que predominan las andesitas y porfiritas, de colores grises, verdosos y rojizos. Aparecen en forma de chimeneas volcánicas y de coladas interestratificadas en las formaciones rojizas del Permotriás. Aunque no alcanzan gran extensión los afloramientos son muy evidentes, ya que por su mayor dureza respecto a los materiales circundantes las chimeneas volcánicas quedan en relieve, dando lugar a cumbres abruptas, tipo Midi d'Ossau en Francia. Hallamos estos materiales sobre todo en la cabecera del Gállego (Picos de Anayet y zonas adyacentes).

Calizas. En el mapa litológico adjunto no se ha diferenciado entre calizas paleozoicas y calizas mesozoicas, aunque por su dis-

posición se aprecia que estas últimas mantienen una continuidad de las capas durante muchos quilómetros (Sierras Interiores), mientras que las calizas paleozoicas aparecen en manchones aislados entre pizarras, o adosadas a los macizos graníticos. De cualquier modo el comportamiento frente a los factores erosivos es análogo. Las calizas paleozoicas, de Edad devónica y carbonífera son de color gris claro, pero también frecuentemente negras con numerosas vetas de recristalización de calcita (calizas marmóreas de Canfranc). En las cercanías del granito están afectadas por el metamorfismo de contacto, con lo que llegan a convertirse en verdaderos mármoles, como en el Pico del Infierno. Por su mayor dureza relativa respecto a pizarras y Permotriás las calizas dan lugar casi siempre a zonas elevadas, a veces en altitudes absolutas, o por lo menos respecto a las zonas circundantes (Picos del Infierno, Argualas, Foratata, Tobazo ...).

Pizarras y grauvacas. De edades devónica y carbonífera, aparecen pizarras arcillosas y pizarras alternando con areniscas, fácilmente erosionables, por lo cual dan lugar a zonas deprimidas y, por su extensión, a fondos amplios de valle. Particularmente importantes en el valle de Tena, entre el Pueyo, Piedrafita y el Portalet. Las grauvacas, que se presentan alternando con pizarras, son areniscas micáceas con cuarzo abundante, generalmente friables, que sólo en el afloramiento cercano al granito presentan una dureza considerable.

Permotriás. Incluimos bajo este epígrafe un conjunto de sedimentos de un típico color rojizo violáceo, litológicamente heterogéneo, en el que se pueden distinguir por lo menos tres unidades: conglomerados y areniscas silíceas, areniscas y arcillas, y arci-

llas rojas. En Estanés, Candanchú, Canal Roya, Anayet, aparece esta formación. Donde dominan areniscas y arcillas el relieve originado es suave, con suelos profundos (Candanchú). Las areniscas silíceas y conglomerados son más resistentes y pueden dar lugar a cumbres (La Raca) y en especial zonas escarpadas.

2. Sierras Interiores

Recibe este nombre la alineación montañosa que bordeando los 2.800 m. de altitud separa la Zona Axial de la Depresión Prepirenaica. Son cumbres características de estas Sierras, Aspe (2643 m), Collarada (2886 m), Telera (2776 m), Tendeñera (2853 m).

Las calizas y areniscas cretácicas y eocenas son los materiales que forman estas Sierras. A diferencia de la Zona Axial, donde las complejas estructuras no permiten apenas la continuidad de las capas, las Sierras Interiores aparecen como una muralla que separa dos regiones geográficas y climáticas bien diferenciadas (Valle de Tena y cabecera de Canfranc al N, zona de Jaca, Sabiñánigo, Biescas, Villanúa al S). Las variaciones de pendiente de las capas establecen diferencias en cuanto a la extensión superficial de las Sierras Interiores. Donde los estratos son casi verticales (Valle del Gállego en Santa Elena), el corte del río en las Sierras es profundo pero corto. En el valle del Aragón, donde las calizas y areniscas tienen buzamientos más suaves, la extensión de las Sierras Interiores es mayor (zona de Canfranc^{puellas}).

Las areniscas del Cretácico, con intercalaciones de margas y calizas, que junto con las calizas masivas cretácicas y eocenas forman estas Sierras, son muy típicas. De grano fino y cemento calcá-

reo, son grises en corte reciente y toman tonos pardos de alteración. Son materiales resistentes a la erosión, aunque menos que las calizas masivas. En todo caso su meteorización da lugar a suelos mejor desarrollados que en dichas calizas.

3. Zona del Flysch

Se llama así una facies geológica muy extensa, que se halla también en los Alpes, donde recibió el nombre; alternan areniscas y margas en capas poco potentes (del orden de 10-20 cm), con estructuras sedimentarias propias. Debido precisamente al poco espesor de las capas, el comportamiento de la formación es homogéneo frente a los agentes erosivos. Además, al ser las margas fácilmente meteorizables, la respuesta a la erosión del flysch es relativamente rápida, abundando los movimientos en masa del terreno, como deslizamientos y coladas de soliflucción, muchos de ellos no funcionales, herencia de los últimos períodos del Cuaternario, más fríos y húmedos que nuestra época. En la actualidad numerosos procesos de abarrancamiento erosionan las laderas, siendo el flysch una de las formaciones de equilibrio más precario en la comarca.

Una característica llamativa en la zona de flysch es la presencia de crestones calizos. Son capas de esta naturaleza, que al ser más resistentes destacan en el relieve, en especial cuando se presentan casi verticales.

4. Depresión de Jaca

Las margas grises de tonos azulados, con algunos niveles arenosos, son fácilmente meteorizables y rápidamente erosionables. Esto

determinó la presencia de una zona deprimida, gran parte de la cual está ocupada por el río Aragón, que toma entonces la dirección E-W. Todas las incidencias erosivas de la historia climática de la región han quedado mejor reflejadas en las margas que en otras formaciones rocosas. Por ello un sistema de terrazas escalonadas desde 5 m. hasta 120 m. sobre el nivel del río, relacionado con unas rampas o glacis de erosión que enlazan con las laderas, da el típico aspecto de valle llano a la zona de Sabiñánigo - Jaca - Berdún.

En los bordes de terrazas, y en las laderas, donde aparecen las margas sin cobertura cuaternaria y con pendientes fuertes, es muy típico el fenómeno del rápido acarreamiento por la erosión torrencial de las aguas salvajes.

Allí donde las margas son más arenosas puede incrementarse la resistencia a la erosión, quedando crestos en relieve (p. ej. los Capitiellos y el Mullón, cerca de Sabiñánigo).

5. Zona de la molasa

Arcillas, margas y areniscas.- Al sur de la depresión de Jaca aparecen de nuevo formaciones geológicas en las que domina la alternancia de arcillas y margas con areniscas, pero en bancos más potentes (de orden métrico), que en la formación de facies flysch, y con otras estructuras sedimentarias, que empiezan en una serie marina de transición y terminan siendo típicamente continentales. Dentro de esta alternancia de arcillas con areniscas se pueden diferenciar varias zonas según predominen unas u otras. Donde las areniscas son más potentes el terreno es más áspero, lo cual ocurre también cuando las capas son verticales, ya que las areniscas se mantienen en

pie formando muros elevados.

Conglomerados.- Otro tipo de rocas que aparece en la formación molasa son los conglomerados, en ocasiones en bancos intercalados en las arcillas y areniscas, en otros casos de modo masivo, dando entonces lugar a relieves más elevados (Peña Oroel, San Juan de la Peña). También destacan en el relieve los conglomerados de Santa Orosia, aunque no son tan masivos como los anteriores, aparecen en bancos potentes de 5 a 30 m, separados por niveles margosos.

La zona de la molasa, de la que en el mapa adjunto sólo se ha representado el borde Norte, continúa hacia las Sierras Exteriores y la Depresión de Huesca.

6. Formaciones cuaternarias

Dentro de cada una de las zonas anteriores aparecen una serie de formaciones superficiales, poco coherentes, discontinuas pero en algunos casos potentes, hasta 100 m, que presentan interés ya que suelen ser la base de gran parte de la infraestructura de la región.

Graveras del río, en ocasiones con niveles de limo de inundación.

Terrazas y glacis cuaternarios.- Aparece un sistema escalonado de terrazas a varios niveles sobre el río, particularmente importante es la de 60 metros, donde está edificada la ciudad de Jaca, y la de 15 m. Presentan una cobertura de cantos rodados importante, 5 a 10 m., y enlazan suavemente con las laderas por medio de unas rampas o glacis de erosión con cobertura de coluvión de 0'5 a 2 m. Cuando estos glacis se encajan en el nivel principal de terrazas.

(nivel de Jaca, 60 m.), suelen presentar un relleno de limos de alteración de las margas, a veces de gran espesor (5-10 m). Son las depresiones que en el país se llaman "paules" y que por presentar un drenaje insuficiente, ya que en la base aparece el sustrato de margas, pueden convertirse en zonas inundadas en épocas de lluvias.

Depósitos glaciares.- Otro tipo de depósitos cuaternarios son los materiales sedimentados por los glaciares relacionados con ellos. Los más conspicuos son las morrenas, formaciones muy heterométricas donde aparecen cantos y bloques de hasta varios metros cúbicos empastados en una matriz fina. En el mapa adjunto se puede observar la localización de las morrenas laterales, bordeando los valles del Aragón y del Gállego, a varios centenares de metros sobre el fondo, hasta llegar a las morrenas frontales que aparecen en posición transversal en el fondo de los valles (en Senegué y entre Castiello de Jaca y Villanúa).

Además en las cabeceras aparecen numerosas manchas dispersas de morrenas de altitud en arcos bien constituidos (zonas de Izas y de Piedrafita), o en manchas y acumulaciones de fondo de valle (zona de Formigal-Portalet, Rioseta).

Conos torrenciales.- Relacionados con las graveras actuales de los ríos aparecen los conos de deyección torrenciales, en forma de abanico, particularmente bien desarrollados en la ribera de Biescas, entre esta población y Senegué, y en la cubeta Castiello-Villanúa. Tienen interés desde el punto de vista práctico, ya que por tratarse de zonas relativamente llanas son urbanizados en numerosas ocasiones sin tomar las adecuadas medidas de protección ante las posi-

topografía es poco favorable y los accesos difíciles. Quedan como zonas adecuadas en las Sierras Interiores los circos de Tortiellas, Ip, ibón de Iserías, ibón de Bucuesa, de las cuales la única con acceso favorable por estar prácticamente adosada a la zona axial es el circo de Tortiellas, de escasa extensión, y que ya en la actualidad forma prácticamente parte del complejo de Candanchú.

La gran variedad litológica de la Zona Axial da lugar a unidades más o menos favorables a la instalación de infraestructura. Es ampliamente conocido que para determinadas pruebas deportivas son necesarias zonas llanas e innivadas. Atendiendo a esto se observa que los puntos más favorables aparecen en los circos protegidos por la muralla de las Sierras Interiores. Son estos los de Piedrafitita y Barranco de las Vacas en la cabecera del Lana Mayor, cabecera del Escarra, Las Hoyas del Barranco de Izas. Todos ellos están ocupados por morrenas de circo de la última glaciación, apareciendo también el sustrato de pizarras y areniscas. El comportamiento geotécnico de las morrenas glaciares en general es muy variable, dependiendo de la naturaleza de los materiales que las constituyen. Es bien conocido el caso de los deslizamientos generalizados de ladera en Tramacastilla, aunque son lentos. No creemos que esto ocurra en las morrenas de circo citadas, formadas por materiales procedentes de las Sierras Interiores, esencialmente calizas y areniscas, por tanto poco arcillosas. Las pizarras, salvo en determinados puntos, y sus materiales de alteración, son aptas para el mantenimiento de infraestructura, más aún en zonas de escasa pendiente.

Otras zonas llanas favorables, pero de menor extensión se dan en fondos de circo y rellenos de lagos, aunque suelen situarse a

gran altitud, p. ej. los ibones de Anayet y los lagos de la zona granítica, de los que el del Balneario de Panticosa es el más bajo.

Ateniéndonos a las capacidades generales de las unidades litológicas representadas en el mapa en la Zona Axial, se puede afirmar que granito, rocas efusivas y calizas nunca presentan problemas geotécnicos, excepto por supuesto su dureza y el hecho de que su existencia suele determinar topografías abruptas. Pizarras y grauvacas dan lugar, en determinados casos de fuertes pendientes, buzamientos desfavorables, y concentraciones de escorrentía, a deslizamientos más o menos generalizados especialmente del material cuaternario o de alteración superpuesto.

Los niveles rojos del Permotrias son muy heterogéneos, de los que únicamente los niveles de arcillas rojas son inadecuados en puntos de fuerte pendiente.

Sobre los depósitos cuaternarios ya se ha indicado repetidamente que depende de la naturaleza de la roca madre en las morrenas, mientras que los canchales es evidente que por su movilidad y situación al pie de paredes rocosas, suelen ser zonas peligrosas en invierno y primavera.

Las demás grandes zonas descritas (Zona del flysch, Depresión de Jaca, Zona de la Molasa), menos innivadas, servirán esencialmente como apoyo comarcal, o sea de asentamiento humano e instalaciones de hielo. Parece claro que su única problemática geotécnica es la de la mayor o menor posibilidad de cimentación de edificios. En este aspecto no hay dificultades particulares en la zona de la Depresión de Jaca; tanto en la terraza y glacis principal como en las

pendientes de margas, cualquier cimentación es posible. Los relle-
nos de los glaciares inferiores están poco consolidados y la práctica
ha demostrado que en caso de haber aguas subterráneas (muy frecuen-
te), lo mejor es cimentar mediante pilotaje en las margas subya-
centes.

Las vertientes de la zona del flysch son más problemáticas ya
que hay depósitos de pendiente con movimiento esporádico, a veces
en forma de coladas de solifluxión. La misma roca es a veces ines-
table. De todos modos no parece lógico pensar en infraestructura en
esta zona, de topografía poco favorable.

Hay que tener en cuenta por último, que la posibilidad de utili-
zar los conos de torrentes debe evaluarse con mucho cuidado, te-
niendo en cuenta la posibilidad de avenidas de periodicidad secular,
a veces de defensa muy onerosa.

Y el uso de depósitos de pie de monte como resaca para firma.

III. El clima.-

A. Regimen climático.

La Jacetania, por su situación en la vertiente sur pirenaica, en el contexto de las latitudes templadas, se halla ya próxima a las altas presiones subtropicales y queda en el margen meridional de las principales vías de las perturbaciones atmosféricas. De hecho, según Creus (1983), los estados de tiempo anticiclónico dominan sobre las bajas presiones (62% frente al 38% de los días del año).

Las figuras 1 y 2 muestran la frecuencia de los distintos tipos de circulación, así como su contribución al total de precipitación anual. Destacan los flujos de componente W y NW, con una frecuencia superior al 50% y aportando más del 60% de la precipitación. Sus efectos son especialmente notorios en la vertiente septentrional de las Sierras Interiores, en el corredor de la Canal de Berdún y en los relieves que la cierran por el este (Cotefablo-Oturia).

El flujo del NE ocupa el tercer lugar, con una frecuencia del 16%. La mayoría de las veces procede del anticiclón europeo y, sobre todo al sur de las Sierras Interiores, apenas participa en la precipitación anual. Por el contrario, la influencia del SW aporta más agua, sobre todo en otoño e invierno. Se presenta el 10% de los días del año por efecto de coladas frías que generan fuerte inestabilidad en la fachada suratlántica. El relieve pirenaico suele vigorizar su actividad.

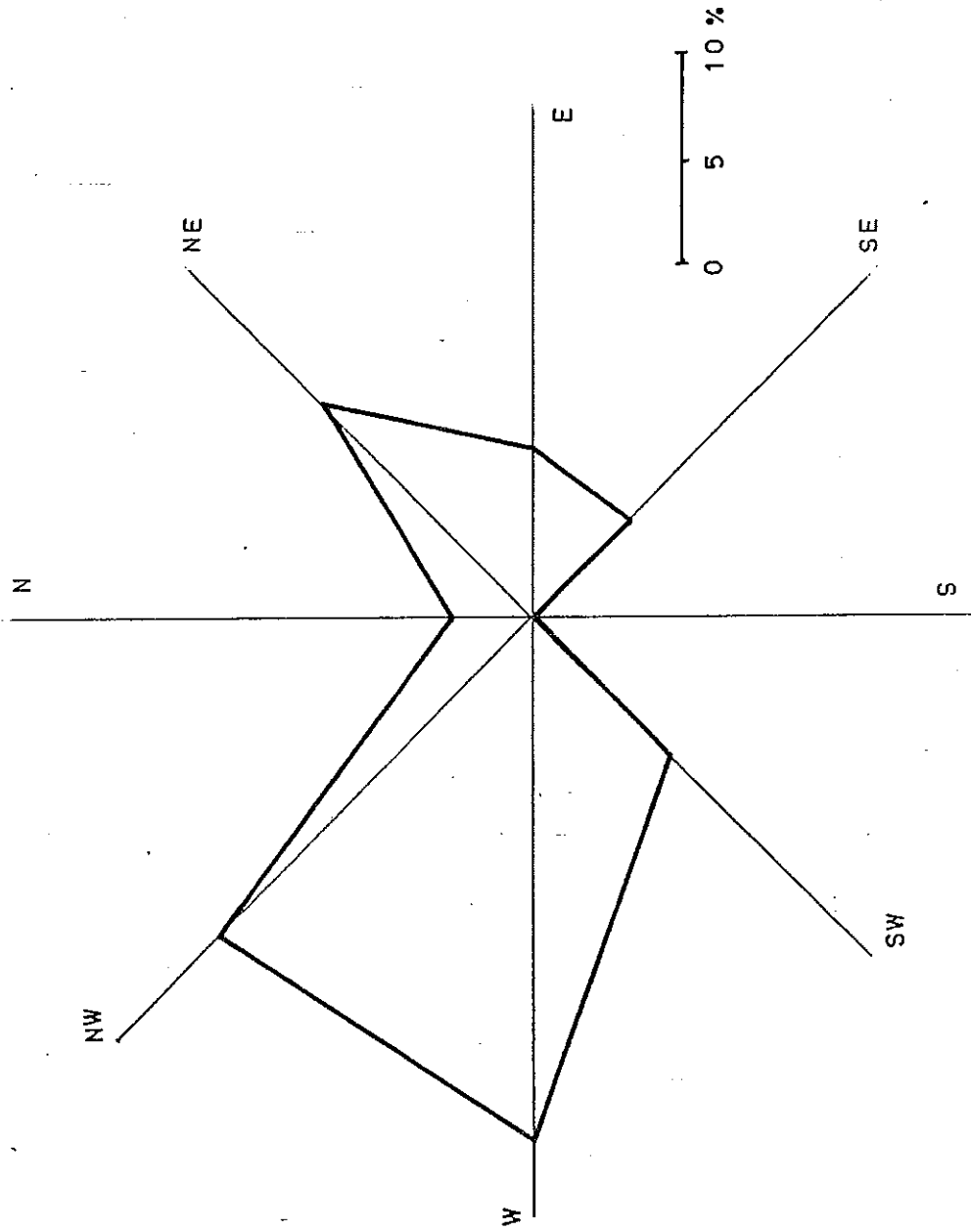


FIGURA 1

Frecuencia direccional de flujos en el Alto Aragón Occidental.

(Según Creus, 1983)

LLUVIA ESTACIONAL (0/0) QUE APORTAN LOS FLUJOS AGRUPADOS POR SECTORES

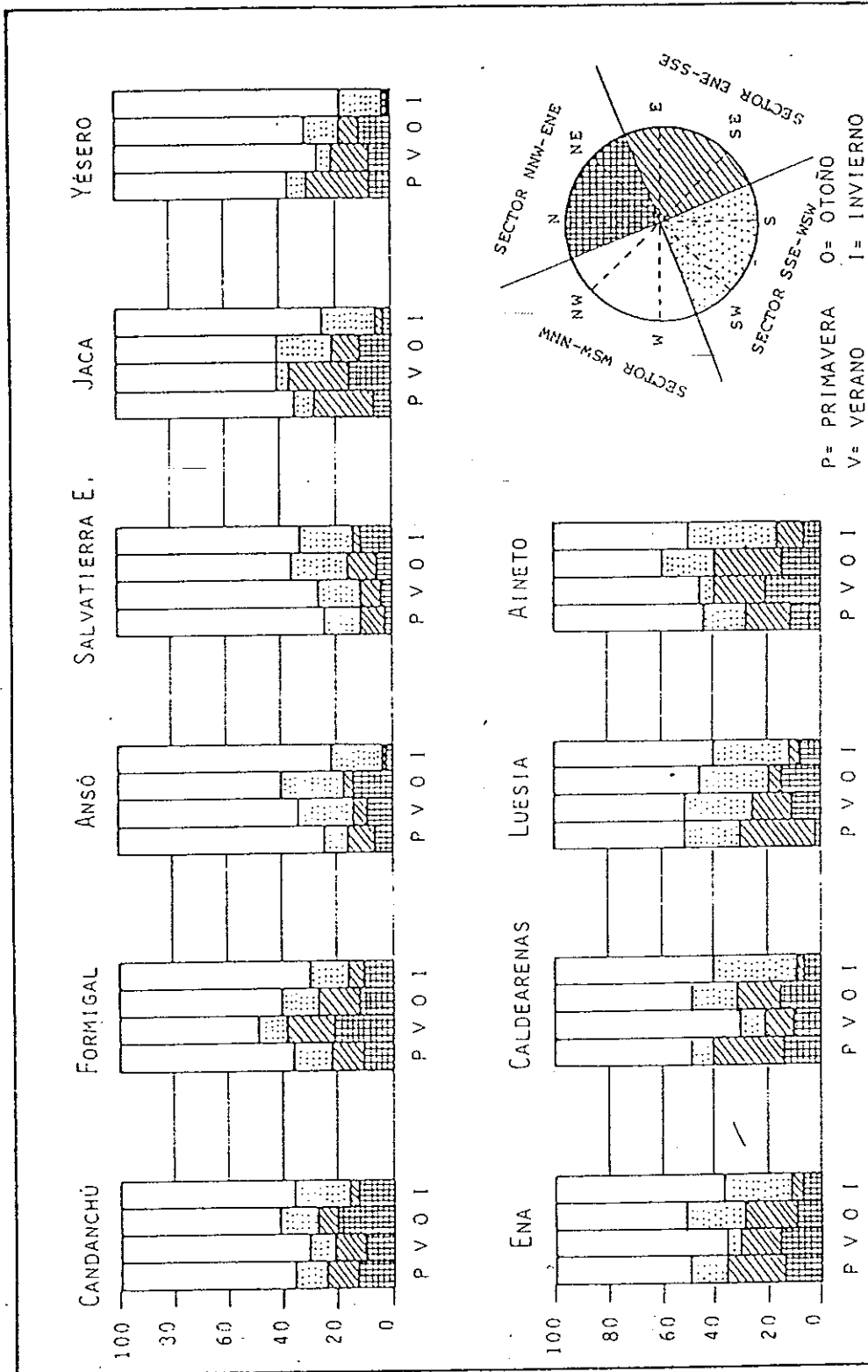


FIGURA 2
(Según Creus, 1983)

Siguen en importancia los flujos del E y SE que aportan precipitaciones, sobre todo en primavera y verano. La circulación meridiana ocurre con muy escasa frecuencia y sólo presenta significación como generadora de precipitaciones nivosas al norte de las Sierras Interiores.

La figura 3 presenta los diagramas ombrotérmicos de dos puntos representativos del clima al norte y al sur de las Sierras Interiores, Candanchú y Jaca. En ambos se pone de manifiesto un máximo de precipitación primaveral, en mayo, y un mínimo en julio, mientras que durante el invierno, la precipitación es más bien moderada. La principal diferencia en el régimen pluviométrico de ambas estaciones está en las precipitaciones de fin de otoño. Estas constituyen el máximo primario en Candanchú, mientras que tienen mucha menos importancia en Jaca.

A medida que progresamos hacia el este, el Pirineo va perdiendo carácter de montaña oceánica y el mínimo primario de precipitaciones pasa del verano al invierno, como ocurre en el alto Cinca, Esera y Ribagorzana (García-Ruiz et al. 1981).

B. Innivación.

Las observaciones nivológicas sistemáticas en el Pirineo oscense están iniciándose gracias al impulso reciente del INM, pero no disponemos todavía de series estadísticas que nos permitan ofrecer una perspectiva de la nieve en el Pirineo basada en observaciones directas. El presente apartado pretende estimar tres características del manto nivoso a partir de información indirecta. Tales características son la situación de su cota inferior, su régimen de fusión y su

Tabla 1

Localización de la isoterma 0°C de diciembre a marzo
en diversas montañas españolas.

| Sistema montañoso | Gradiente térmico °C/100 m. | Cota de la isoterma 0°C m.s/M | Coef. correlación |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| <u>Cordillera Cantábrica</u> | -0,70 | 1459 | 0,992 |
| <u>Pirineo</u> | | | |
| Cuenca del Aragón | -0,59 | 1549 | 0,900 |
| Cuenca del Gállego | -0,53 | 1635 | 0,998 |
| Cuenca del Ara | -0,48 | 1670 | 0,999 |
| Cuenca del Cinco | -0,52 | 1603 | 0,976 |
| Cuenca del Ésera | -0,47 | 1700 | 0,997 |
| <u>Sistema Central</u> | -0,52 | 1871 | 0,947 |
| <u>Sistema Penibético</u> | -0,54 | 2441 | 0,961 |

riesgo de dislocación.

1. Cota inferior del manto nivoso. La altitud de la isoterma 0°C durante el período diciembre-marzo proporciona una idea del límite inferior del área innivada con cierta permanencia. Es cierto que antes y después de estas fechas pueden producirse nevadas importantes, pero su retención es momentánea debido a la rapidez de la fusión. Hay que señalar el carácter aproximado de los resultados obtenidos con este método que, si bien resulta útil para comparar distintos valles, es incapaz de discriminar efectos topográficos importantes, como el distinto comportamiento de solanas y umbrias.

A partir de la temperatura media en una selección de observatorios meteorológicos, hemos calculado los gradientes térmicos altitudinales para diversas montañas españolas y valles pirenaicos (García-Ruiz et al. 1981) que nos permiten acotar la isoterma invernal de 0°C.

Los resultados (Tabla 1) muestran que los gradientes térmicos fluctúan entre -0,5 y -0,6°C/100 m, observándose un progresivo descenso de los mismos a medida que progresamos hacia el este en la franja montañosa del norte peninsular. Así pasamos de -0,70 en los montes Cantábricos a -0,47 en el Pirineo central.

¿invernal?

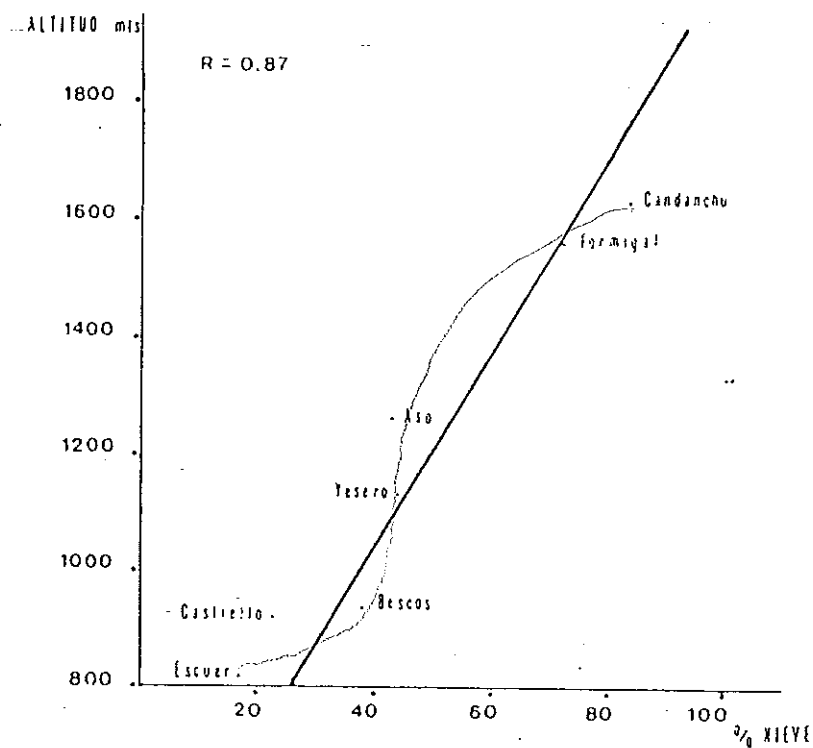
La isoterma 0°C se sitúa entre 1500 y 1700 m.s/M en el norte peninsular, con tendencia ascendente de oeste a este. En los restantes sistemas montañosos de la península, esa isoterma se sitúa a mayores altitudes.

La cota inferior del manto nivoso relativamente permanente pue-

FIGURA 4

(Según García-Ruiz y Puigdefábregas, 1982)

RELACION ENTRE EL PORCENTAJE DE PRECIPITACION NIVOSA SOBRE LA TOTAL DE DICIEMBRE A MARZO Y LA ALTITUD. (Datos correspondientes al periodo 1970-73)



de localizarse en nuestra región alrededor de 1600-1700 m.s/M. Las altitudes más bajas corresponderán a las zonas occidentales y las más elevadas a las orientales. Si examinamos la variación altitudinal del porcentaje de precipitación sólida respecto a la total durante los meses de invierno (Fig. 4), comprobamos que, efectivamente, a esas altitudes, más del 80% de la precipitación invernal ocurre en forma de nieve.

2. Régimen de fusión. Las pautas de fusión a lo largo de la estación fría nos permiten hacernos una idea de las características físicas del manto nivoso y de su tipo de evolución. Para ello examinaremos el comportamiento de los coeficientes de escorrentía mensuales a lo largo del año en cuencas altas, inmediatamente relacionadas con áreas innivadas.

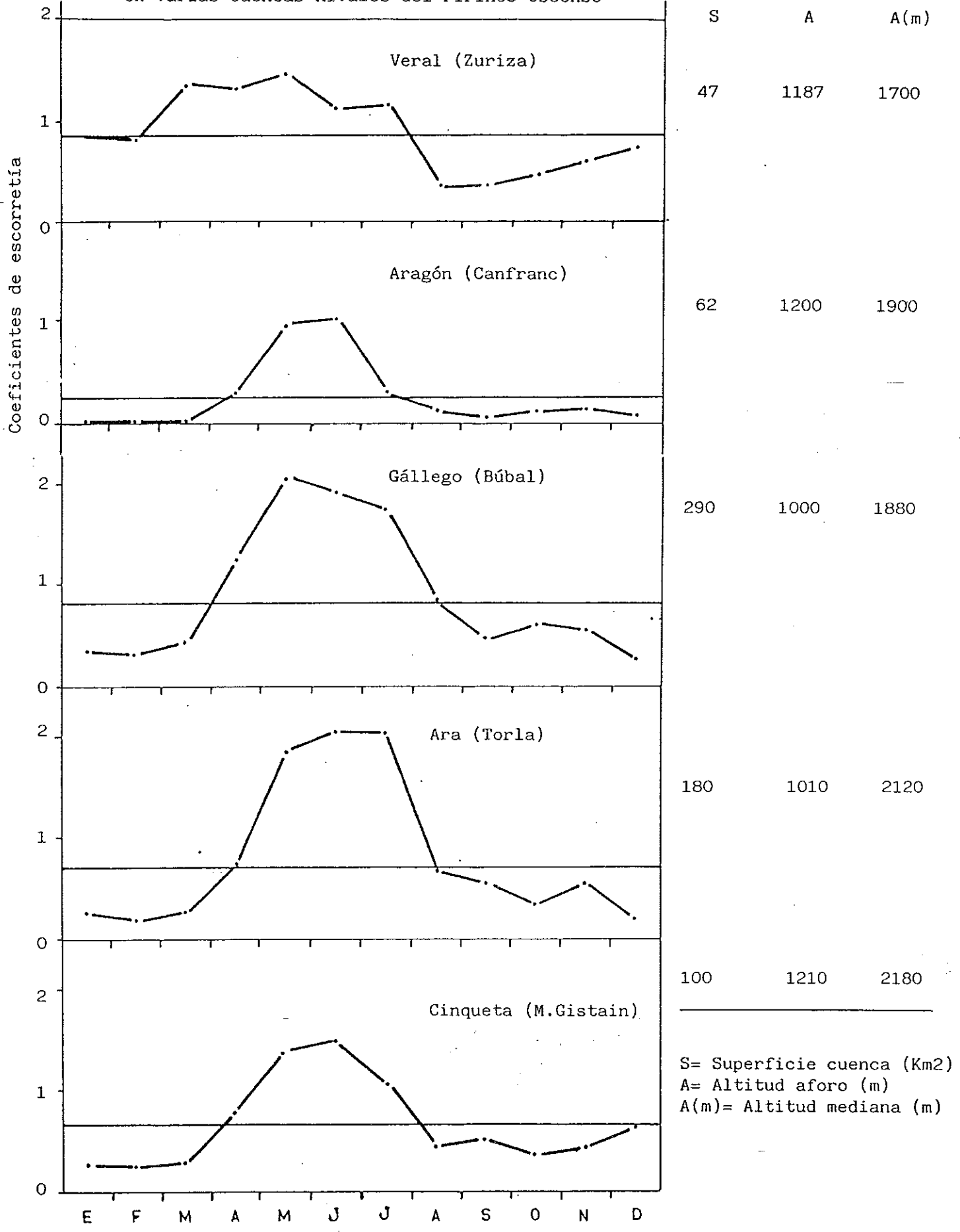
El coeficiente de escorrentía viene dado por el cociente entre la aportación del río y el agua precipitada en su cuenca. A nivel anual, los valores bajos se interpretan como efecto de una evapotranspiración elevada. A nivel mensual, los coeficientes bajos pueden atribuirse a tres factores, (a) evapotranspiración, sobre todo en los meses de verano, (b) recarga de acuíferos y del suelo, frecuente en otoño y (c) retención nival durante los meses de invierno. Por el contrario, los coeficientes elevados deben atribuirse a precipitaciones sobre suelos saturados o a la fusión de masas nivosas.

La Figura 5 presenta la evolución anual de los coeficientes de escorrentía para diversas cuencas ordenadas de este a oeste. Los meses de invierno presentan valores mínimos, incluso inferiores a los

Aportación río / agua precip en cuenca

FIGURA 5

Evolución de los coeficientes mensuales de escurrénitía en varias cuencas nivales del Pirineo Oscense



(García Ruiz et al, 1981)

estivales. Sin embargo, conforme progresamos hacia el oeste, asistimos a un incremento de los coeficientes invernales. Estos apenas alcanzan valores de 0,25 en el Cinca y Ara, oscilan alrededor de 0,3 - 0,5 en el Gállego y son mayores de 0,8 en el Veral. Los ínfimos coeficientes del Aragón en Canfranc son una anomalía debida a las pérdidas que sufre la cuenca por carstificación.

En abril, la proporción de la escorrentía comienza a crecer en todas las cuencas, excepto la del Veral que lo hace ya en marzo. Los valores máximos se alcanzan en junio/julio para el Pirineo central, pasan a mayo/junio en el Gállego y Aragón, desdibujándose en el Veral.

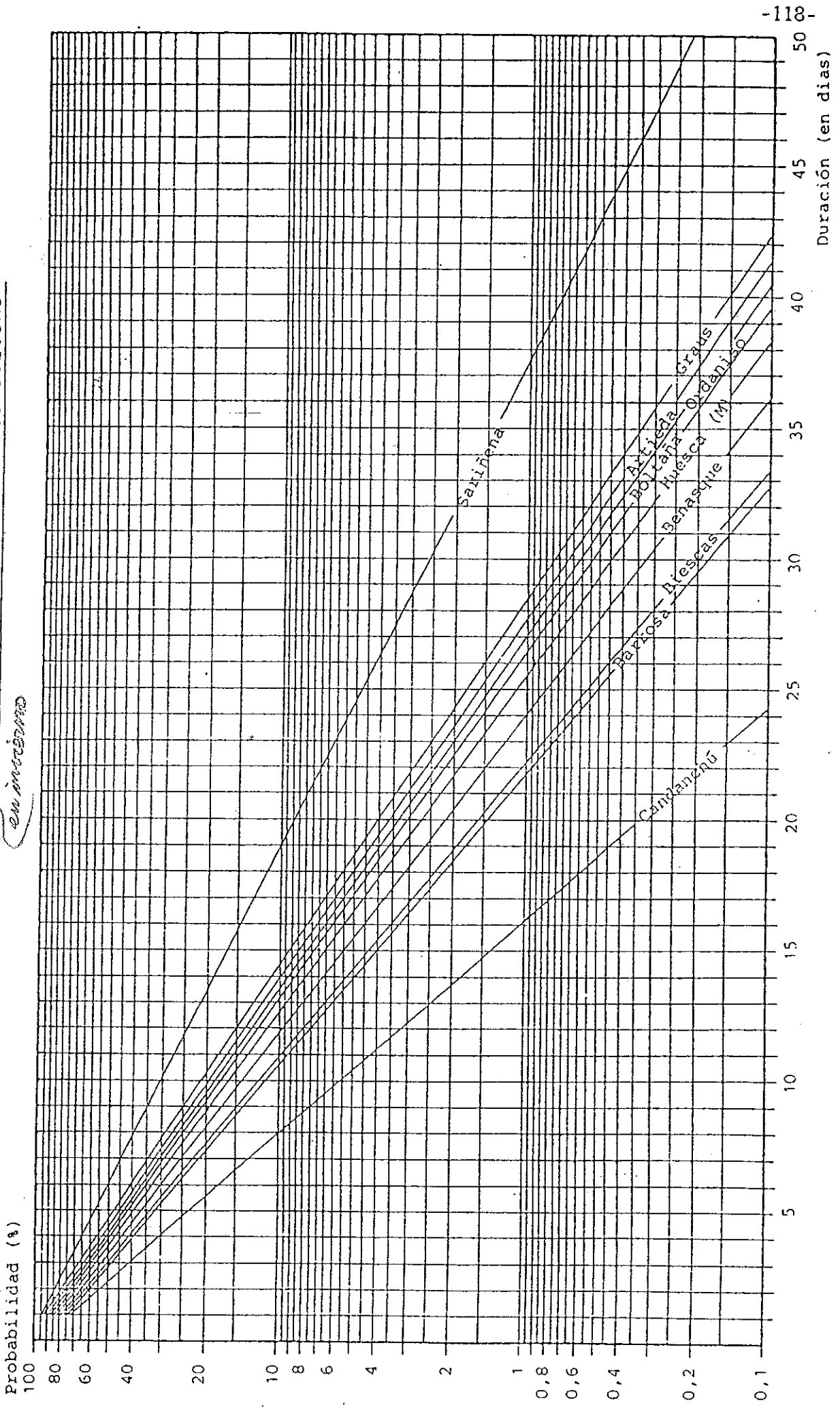
Esta progresiva pérdida del carácter nival de los ríos que drenan el Pirineo atlántico se debe, en parte al descenso de altitud, pero también nos indica una fusión importante aún en invierno y, por tanto, el progresivo predominio de nieve húmeda.

3. Persistencia del manto nivoso. En el Pirineo aragonés, las condiciones atmosféricas determinan una radiación solar especialmente intensa, de manera que períodos de 15 días sin precipitación pueden ser suficientes para dislocar el manto nivoso y comprometer seriamente su utilización deportiva.

La Figura 6 muestra la duración del período seco durante la época fría (diciembre-abril) para distintos niveles de probabilidad y en varios observatorios meteorológicos de la provincia de Huesca. Es interesante comparar Candanchú en el Aragón con Barrosa en el Cinca, a 1500-1600 m. de altitud, o Biescas en el Gállego con Be-

(Según García Ruiz et al, 1981)

E P O C A F R I A
DURACION DEL PERIODO SECO PARA DISTINTOS NIVELES DE PROBABILIDAD
en meses



nasque, en el Esera, a 900-1100 m.s/M. En ambos casos comprobamos que la probabilidad de ocurrencia de un período seco de longitud dada es mayor en el sector oriental que en el occidental. Así por ejemplo, el período de retorno para una quincena sin precipitación es de 20 años en Barrosa y de 70 años en Candanchú. Para 10 días secos, el período se convierte en 8 y 18 años respectivamente.

Los resultados obtenidos mediante este conjunto de aproximaciones indirectas sugieren que, en el Pirineo aragonés, las condiciones de innivación óptima para los deportes de invierno se dan en el sector Aragón de Canfranc-Ara. Más hacia el oeste, los límites de nieve persistente son más bajos y la innivación más abundante, pero la fusión es significativa durante todo el invierno y, probablemente, la calidad del manto nivoso, más baja. Más hacia el este, la calidad de la nieve es mejor, pero las cotas de innivación permanente son más elevadas, la precipitación sólida, menos abundante y aumenta el riesgo de dislocación del manto nivoso por sequía.

C. Climas topográficos.

El predominio del flujo del W-NW, responsable del mayor aporte de precipitaciones, y la disposición este-oeste del relieve pirenaico, determinan efectos topoclimáticos de primer orden. De una parte, como ya se ha indicado, la precipitación, sobre todo la invernal, disminuye hacia el sector central de la cadena. De otra, al atravesar las sucesivas alineaciones montañosas, el aire condensa humedad en las vertientes norte, descendiendo por las laderas sur cada vez más cálido y seco. Tal efecto föhn sucesivo produce una continentalización creciente de NW a SE, con aumento del calor estival y descenso higrométrico.

Tabla 2

Características climáticas invernales de la región axial pirenaica (1970-74)

| Estación | Valle del Aragón | | | | Valle del Gállego | | | | | | |
|------------|------------------|-----|-----|------|-------------------|------------|------------------|-----|-----|------|--------|
| | Altitud m.s/M | P | TM | Tm | Viento | Estación | Altitud m.s/M | F | TM | Tm | Viento |
| Arañones | 1260 | 632 | 5,2 | -1,7 | - | Escarrilla | 1200 | 447 | 5,6 | -2,4 | - |
| Rioseta(1) | 1410 | 670 | 3,2 | -2,5 | - | Sallent(2) | 1300 | 500 | 6,5 | -2,6 | - |
| Candanchú | 1600 | 634 | 1,9 | -4,1 | 8,7 | Formigal | 1550 | 453 | 3,6 | -3,5 | 10,9 |
| | | | | | | Panticosa | 1600 | 563 | 5,6 | -3,2 | - |

(1) 1975-80

(2) Precipitación 1932-70.

Temperatura 1953-70

P = Precipitación (mm) de diciembre a marzo ambos inclusive.

TM = Media de las temperaturas máximas de diciembre a marzo (°C)

Tm = Media de las temperaturas mínimas de diciembre a marzo (°C)

Viento = Velocidad media en Km/h.

Esta disimetría climática inducida por las barreras montañosas es máxima en el caso de las Sierras Interiores que constituyen los relieves más enérgicos de nuestra región. Al norte de ellas, predomina un clima oceánico de montaña; al sur, las condiciones submediterráneas. La diferencia de precipitación entre ambos lados de las Sierras es del orden del 30-50% en beneficio de la vertiente norte. (Puigdefábregas 1966).

El descenso de aire seco por las laderas meridionales de las Sierras Interiores determina, además, la existencia de dos tipos de régimen nival. Al norte, la innivación es abundante y la fusión, súbita y tardía. Al sur, la precipitación sólida es menor, con fusión precoz y progresiva, probablemente afectada por la sublimación. En tales circunstancias, el manto nivoso de la vertiente sur de las Sierras se disloca muy temprano, con frecuencia a fines de enero. Las áreas desnevasadas se ven sometidas a la acción periglaciaria, mientras que el manto persistente sufre una intensa evolución por ciclos de fusión y englamamiento que deterioran su calidad para la práctica deportiva.

Si comparamos el clima de las cabeceras del Aragón y del Gállego, al norte de las Sierras Interiores (Tabla 2), podremos observar diferencias importantes. A pesar de que el efecto pantalla de las Sierras desdibuja los gradientes pluviométricos con la altitud, se comprueba que el valle de Tena recibe, durante el invierno unos 100-200 mm menos de precipitación que el de Canfranc, mientras que en el primero, las temperaturas máximas son más elevadas y también, la velocidad media del viento.

El valle de Tena participa más que el de Canfranc, del carácter continental propio del Pirineo central. Podemos esperar una cota

más elevada de la nieve persistente y un menor espesor del manto nivoso. Por otra parte, el relieve relativamente amplio y suave del Formigal facilita el barrido por la circulación del NW.

En la zona con innivación no persistente, al sur de las Sierras Interiores, podemos distinguir los siguientes factores controlando los climas topográficos:

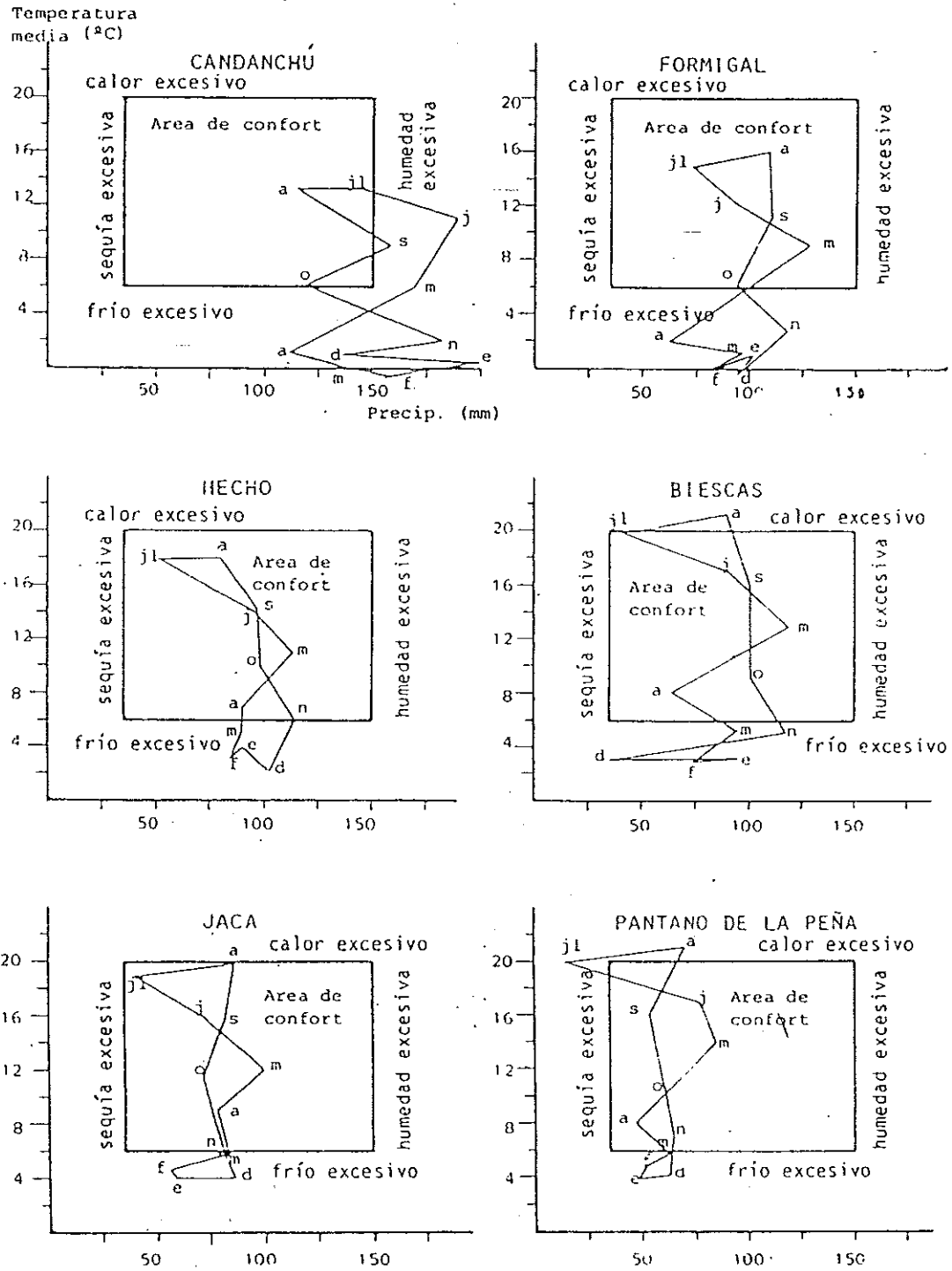
- (a) Oposición de vertientes norte y sur. Las primeras ostentan una versión oceánica y las segundas, continentalizada, del clima regional (Puigdefábregas y Creus, 1978).
- (b) Corrientes nocturnas de densidad que producen embolsamientos de aire frío e inversiones de temperatura. Son especialmente frecuentes en las cubetas de Villanúa, Biescas y Val Ancha-Sabiñánigo. La faja térmica se localiza a unos 250 m. sobre el fondo del valle y los gradientes observados son del orden de $3^{\circ}\text{C}/100\text{ m.}$ de desnivel (Puigdefábregas 1970).
- (c) Los flujos que alcanzan la vertiente septentrional pirenaica, encajonados en las foces que atraviesan las Sierras Interiores, se precipitan sobre las cubetas de Biescas y Villanúa con gran intensidad.

D. Bienestar climático.

Utilizamos el climograma de Taylor para ofrecer un criterio de comodidad climática y distinguir las épocas en que el hombre disfruta de cierto bienestar de las que se enfrenta a condiciones extremas, tanto por calor o frío, como por humedad o sequía.

FIGURA 7

CLIMOGRAMAS DE TAYLOR



(Según Creus, 1983)

La Figura 7 muestra que en el sector occidental axil (Candanchú), el área de confort se reduce a los meses estivales de julio y agosto. En la parte oriental (Formigal) el período de bienestar es mucho más prolongado, de mayo a octubre, aunque debemos recordar su mayor ventosidad, factor negativo que no tiene en cuenta el criterio de Taylor.

Para el resto de la Jacetania, el factor excluyente es siempre la temperatura y, en ningún caso, la humedad excesiva. En los valles transversales (Hecho, Biescas), el bienestar se inicia en abril y dura hasta octubre. Las diferencias entre ellos están en el calor estival; los meses de julio y agosto, incómodos por lo calurosos y secos en los valles orientales, son aún confortables en los occidentales.

En la Canal de Berdún, el único período climáticamente incómodo es el que va de noviembre a marzo. En el Prepirineo se reduce aún más, de diciembre a marzo, pero los meses de julio y agosto salen también del área de confort por calor y sequía excesivos.

IV. La vegetación.

A. Métodos.

Presentamos la documentación referente al paisaje vegetal en tres documentos. El primero, básico, pretende distinguir ambientes ecológicos plasmados por la vegetación como integradora de información climática, edáfica, de historia evolutiva, etc; le llamaremos "cartografía de ambientes vegetales". El segundo, superponible al primero, señala los principales "usos actuales del suelo". El tercero, también superponible, delimita las "grandes unidades de pastoreo estival", clasificándolas según la carga que soportan por hectárea, de manera que constituye una grosera apreciación de la calidad del pasto.

La cartografía de ambientes es una versión, adaptada al blanco y negro, del mapa de vegetación de la Jacetania publicado por Montserrat (1971). Se han utilizado los siguientes criterios de representación: La mayor o menor densidad de la trama se relaciona con la humedad-frío frente a la sequía-calor. Los trazos verticales indican el carrascal; el inclinado a la derecha, los quejigales y hayedos; el inclinado a la izquierda, los pinares; el rayado horizontal, cruzado con el inclinado de pinar señala un ambiente de abetar; La trama horizontal fina indica el piso subalpino verdadero, mientras que los trazos cortos verticales con punteado se refieren a los paisajes de alta montaña mediterránea; para los pastos de tipo alpino, se reserva el punteado gordo, los trazos horizontales nos indican el pasto ansotano, más oceánico y los trazos verticales señalan los pastos secos de alta montaña caliza.

Los mapas superponibles de usos del suelo y de carga pastoral son una adaptación de las cartografías de cultivos y aprovechamientos y de puertos estivales (Latorre et al.).

B. Cartografía de ambientes vegetales.

A continuación describimos brevemente cada una de las categorías representadas en el mapa.

(a) Vegetación submediterránea.

1. Carrascales con xinebro. En las solanas de San Juan de la Peña, sobre Bernués y hacia Ara, aparecen carrascales con poca vitalidad. Enebros y sabinas pueden persistir con el carrascal, pero domina el llamado xinebro (Juniperus oxycedrus). Suelen presentarse en dorsos de cuesta sobre areniscas o conglomerados y suelos rubificados que se erosionan muy fácilmente cuando, por quema o desmonte, desaparece la carrasca. Estas comunidades son excelentes indicadores del viento seco descendente, de contrastes térmicos acentuados y un fuerte calor estival.

2. Carrascales montanos con boj y gayuba. Se sitúan en las partes más secas del piso montano, especialmente en los estrechamientos de cada valle ventoso, sobre salientes batidos por el viento, calizas duras, muy fisuradas y con avenamiento subterráneo.

Se trata de unos enclaves calizos, muy difíciles de colonizar por el robledal-pinar o por los hayedos; en ellos el suelo evoluciona muy lentamente y la vegetación debe soportar periodos críticos muy frecuentes. En sus cercanías aún se observan los efectos

perjudiciales del viento sobre cultivos, pastos y bosques.

3. Enclaves cálidos. Hemos señalado con una estrella los enclaves termófilos situados lejos de los bosques realmente mediterráneos.

Van asociados al tipo anterior, pero suelen señalar recovecos de solana más abrigados, sin inversión térmica invernal, muy cálidos en verano; son verdaderos invernaderos, en topoclimas muy especiales que se han mantenido probablemente durante las glaciaciones. Albergan numerosas especies en el límite superior de su distribución altitudinal y cierto número de endémicas. Se trata de áreas que conviene conservar por su gran interés biogeográfico.

4. Quejigales termófilos con pino laricio. En la parte baja, menos fría, el boj viene acompañado del pino laricio de Salzmann y de quejigos con hoja diminuta, muy parecidos al valenciano (Quercus faginea ssp. valentina). En el paisaje actual, en los suelos pobres, dominan los bosquetes de pino, porque en las depresiones arcillosas, el quejigo fué sustituido por cultivos, muchos de ellos, hoy abandonados.

5. Quejigales secos jacetanos. En ausencia del hombre, éste sería el bosque más extendido por el sector oriental de la Canal de Berdún. Sin embargo, el artigueo secular lo dejó reducido a escasos rodales, utilizados tradicionalmente para pastos o suministros de leña (boalares). El resto ha sufrido una considerable degradación del suelo. Muchos de los antiguos cultivos están hoy abandonados, convertidos en matorrales de boj y aliagas (Genista scorpius) con enclaves húmedos de gramíneas bastas (Brachypodium pinnatum, Dés-

champsia media, etc.).

Los rodales aún cubiertos por quejigo son los únicos que conservan suelo maduro y, en la medida de lo posible, deberían ser conservados. Muchos de ellos pueden recuperar fácilmente su estructura adhesionada, de manera que poseen un valor pastoral y estético.

6. Quejigales navarros. Son equivalentes a los anteriores en el sector occidental de la Canal de Berdún. Indican inviernos menos fríos, lluvias persistentes en otoño-invierno, y nieblas frecuentes. Cerca de Jaca desaparecen por la continentalidad climática en aumento.

En ellos, el suelo se acidifica superficialmente, penetrando Calluna vulgaris, Erica vagans y otras plantas de la landa subcantábrica. Al igual que los anteriores, han sido desmontados en su mayor parte. Interesa conservar los rodales actuales por razones parecidas a las ya comentadas.

(b). Piso montano inferior seco.

Las partes más frías de la Jacetania, en especial umbrías con heladas hasta mayo-junio, no pueden soportar la dominancia de robles nobles como Quercus petraea y Q. mas; el piso montano jacetano se caracteriza por sus extensos pinares con boj y gayuba, más una densa capa de musgos de 10-30 cm.

El piso de hayas de la vertiente septentrional pirenaica queda sustituido en la Jacetania por el pinar musgoso, del que distinguimos tres modalidades, según sea el grado de continentalidad climá-

tica y sequía topográfica.

7. Pinar musgoso con boj. Es el que señala un ambiente más húmedo. Su suelo es bastante parecido al del hayedo seco. Con frecuencia contiene hayas y, acaso, procede de antiguos hayedos que vivieron hace siglos en unas condiciones climáticas más húmedas que las actuales.

En gran parte de la Jacetania, el pinar musgoso se acantona en las umbrías. Cuando el bosque se aclara o pasta, el subvuelo se cubre de lastón (Brachypodium pinnatum) o bien la tasca de Bromus erectus con Festuca rubra si la carga de ganado es elevada. Este tipo de pinar constituye la principal riqueza maderera de la comarca y, en este sentido, conviene conservarlo. En el valle de Tena lo encontramos muy degradado e invadido por comunidades pioneras, ricas en abedul.

Ojo! también en el pino

8. Crestón ventoso con erizón. En él domina dicha mata espinosa con plantas afines a las de otras comunidades culminales semejantes de la Provenza y de las sierras béticas.

Particularmente en la zona de flysch, estos matorrales ejercen un importante papel en la formación del suelo controlando la escorrentía superficial que protege cada ladera de la arroyada.

9. Pinar seco con boj. Predomina en el sector oriental de la región, con lluvias torrenciales de escasa duración y un clima más extremado. Con mucha frecuencia viene acompañado del erizón y, en numerosas ocasiones, se ha expandido a costa del pinar musgoso en las articas y cultivos abandonados. El aprovechamiento de estos

territorios es muy delicado ya que la recuperación del suelo es lenta y grande el peligro de erosión. Conviene preservar una trama leñosa bien organizada que sustituya los muretes de los antiguos campos y asegure una cierta estabilidad de las vertientes.

(c) Piso montano húmedo.

El piso montano húmedo de la vertiente francesa y gran parte de la Navarra septentrional, se reduce mucho en la Jacetania. El agua freática determina la extensión de olmedas o bosques galería ribereños, con sus huertas y pradería. Los hayedos y abetales se localizan en ambientes muy húmedos. El dominio del abeto sobre el haya es señal clara de una sequía atmosférica, compensada en parte por la humedad del suelo.

10. Hayedos. El dominio del haya va ligado, fundamentalmente, a la frecuencia de nieblas (aire ascendente) en laderas expuestas a la penetración de las masas aéreas cantábricas. Al sur de las Sierras Interiores, los hayedos escasean, son más pobres y apenas pueden distinguirse de los robledales más que por el árbol dominante.

Al norte de las Sierras Interiores, sobre todo en el valle de Tena, persisten unas islas de hayedo, los antiguos boalares, que conviene conservar por su papel de refugio para muchos animales que no podrían vivir en el ambiente estepario del pasto deforestado.

11. Abetales con haya. Constituyen el bosque típico del piso montano húmedo, el más potente y estable de la Jacetania; se trata, sin duda, del más característico de los ambientes húmedos de nuestra montaña. Por explotación excesiva puede contraerse en beneficio

del pinar musgoso, Se trata de bosques con gran valor cultural y estético que deben ser tratados con prudencia, velando por su conservación, especialmente en las laderas más pendientes de Oroel, Oturia, Cotefablo, etc.

12. Bosque mixto en suelo rico. La pradería tensina y los bosques mixtos de frondosas constituyen el ambiente más parecido al centroeuropeo. En el mapa, en blanco, no los distinguimos de las olmedas ribereñas y representan el óptimo para la pradería de siega. Por irrigación y abonados, dicho ambiente podría extenderse mucho más.

En estado natural, estos bosques ricos y húmedos, con tilos, olmos de montaña, fresnos, avellanos, arces, serbales, etc. se localizan al pié de grandes cantiles, en barrancos húmedos alimentados por la caída de restos vegetales y animales de la parte superior. Suelen albergar los escasos robles nobles de nuestra región (Quercus petraea y Q. mas), además de comunidades animales excepcionalmente ricas. Podemos considerarlos merecedores de una conservación estricta, en especial los de San Juan de la Peña y algún sector de Oroel.

13. Olmedas y bosques con humedad freática. Esta categoría también en blanco en el mapa, alberga un conjunto heterogéneo de comunidades: salguerales (Salix eleagnos, S. purpurea, S. triandra) con o sin Hippophae rhamnoides (valle del Gállego) y cascajos soleados en los que aparecen muchas especies latemediterráneas o submediterráneas, además de las choperas, olmedas, huertas, campos húmedos, prados, juncuales, carrizales y unos bosques húmedos con temblón (Populus tremula) y abedul. *Protótipos ricos en fauna herpética*

Todas ellas tienen en común la existencia de humedad freática poco profunda y fácilmente pueden convertirse en prados de guadaña con sólo un poco de agua para el riego superficial.

(d) Alta montaña mediterránea y subalpino.

14. Pinar de alta montaña mediterránea. Está muy extendido en las Sierras Interiores. El pino negro (Pinus uncinata) coloniza repisas secas de los grandes cantiles, especialmente las umbrías (1500-2200 m) formando comunidad con pastos y gayuba. Es un verdadero bosque estepario, propio del Mediterráneo noroccidental. Las especies del género Thymelaea (bufalaga en Aragón) suelen caracterizar estos pinares. Representa un ambiente muy frágil, sometido a condiciones climáticas muy duras sobre suelos esqueléticos. Puede desestabilizarse fácilmente por la intervención humana.

15. Piso subalpino verdadero. Caracterizado por la formación de pino negro con azalea de montaña (Rhododendron ferrugineum) y arandanos (Vaccinium myrtillus). Bien extendido en el Pirineo Central, tanto sobre suelos calizos como silíceos, se difumina hacia el oeste y falta por completo en el Pirineo atlántico, acaso por una mayor innivación. En nuestra región, caracteriza la montaña granítica tensina.

16. Pasto estepario subalpinoide. Abunda en las solanas abruptas del Sobrarbe y Jacetania, estribaciones meridionales de las Sierras Interiores calizas. Predomina Festuca scoparia, muchas veces con enebros rastros. Indica el ambiente seco y soleado, con viento descendente recalentado e innivación poco persistente.

Lo consideramos típico cuando aparece por evolución de unas comunidades pioneras dominadas por Horminum pyrenaicum. Es la comunidad final en los pastos alpinizados del Pirineo atlántico más nivoso y húmedo, pero penetra también en el piso alpino pirenaico, intercalándose en las depresiones más húmedas del pasto estepario (tipos 16 y 19).

Se trata de los pastos más ricos y productivos del piso supraforestal en el Pirineo Occidental.

19. Pasto seco calizo. Por encima de 2200 m, en solanas muy secas y soleadas, dominan los pastos de Festuca scoparia que tienden hacia un pasto duro y más oscuro de Festuca eskia con cerrillo y regaliz.

Se observan mosaicos de difícil representación y, en el mapa, los hemos unido tanto con el pasto estepario subalpinoide como con la vegetación en roca triturada de las cumbres más altas. Se trata de unos complejos de cantiles, gleras, pastos sin suelo, pastos en escalera (rellanitos producidos por solifluxión), pequeñas depresiones con pasto ansotano y crestones de roca triturada. En estos últimos se observan las comunidades más especializadas y endémicas.

V. Unidades de paisaje

En este último documento cartográfico representamos las entidades territoriales básicas en cuyo interior, las variables ambientales y atributos ecológicos presentan cierta homogeneidad o recurrencia en comparación con las unidades adyacentes.

Distinguimos cada categoría cartografiada mediante un topónimo que permita evocar el tipo de paisaje predominante. Incluimos una ficha descriptiva donde se especifican los rasgos más sobresalientes de los distintos elementos que integran el paisaje de cada unidad. A este respecto, añadimos las siguientes notas aclaratorias.

A.- Interés biogeográfico. Cuando se menciona en el apartado de "valores destacables", nos referimos a que existe un número importante de especies endémicas o en los extremos de sus áreas de distribución.

B.- Interés ecológico. Indica la presencia de comunidades biológicas que por su complejidad, rareza o representatividad, merecen un tratamiento especial.

C.- Morrenas. Se han representado los principales depósitos glaciares al norte de las Sierras Interiores. Se trata de formas especialmente sensibles a la erosión por desprendimientos y movimientos en masa, de modo que las actuaciones urbanísticas en ellas deben prever cuidadosamente estos riesgos.

Falta quizás el concepto de "montes protectores"

Unidad de paisaje: (1) IP

Clima: Innivación persistente, fusión rápida y tardía. Salvo en depósitos interiores, escasa retención de nieve debido a la pendiente.

Litología: Calizas y areniscas cretácico-eocenas.

Relieve: Muy energético, predominan cantiles orlados de canchales. Circos glaciares escasos (1800-2800 m).

Suelo: Roca desnuda y suelos incipientes.

Vegetación: Pasto de alta montaña mediterránea. Límite superior arbóreo con Pinus uncinata, gayuba y bufalaga. Vegetación de ventisqueros de piso alpino (sobre 2200 m).

Utilización actual: Pastoreo estival.

Valores destacados: Ecológicos (límite arbóreo, ventisqueros) y estéticos.

Recomendaciones: Límite arbóreo muy frágil; no resiste intervenciones mecanizadas.

Unidad de paisaje: (2) EL VERDE

Clima: Innivación persistente, fusión rápida y tardía.

Litología: Pizarras y calizas paleozoicas.

Relieve: Quebrado, calizas en resalte y pizarras en vaguada (1700-2000m).

Suelo: Suelos medianamente desarrollados evolucionando hacia tierras pardas.

Vegetación: Pastizales subalpinos, cervunal predominante con Festuca scoparia en resaltes más secos.

Utilización actual: Pastoreo estival; deportes de invierno.

Valores destacados: Pastos excelentes.

Recomendaciones: Las posibles actuaciones deberían minimizar la destrucción irreversible del cesped y el conflicto de intereses ganadero/recreativos.

Unidad de paisaje: (3) BACHIMAÑA

Clima: Innivación persistente, fusión rápida y tardía.

Litología: Granitos.

Relieve: Abrupto con pendientes fuertes. Modelado glaciar, aristas, canchales, circos e ibones (1600-3000 m).

Suelo: Roquedos y suelos incipientes (ranker). Más evolucionados los que se desarrollan sobre turbas y depósitos de colmatación en circos.

Vegetación: Pastos alpinos con escaso recubrimiento vegetal y bosque abierto subalpino típico.

Utilización actual: Pastoreo estival.

Valores destacados: Estéticos.

Recomendaciones: Conservar el bosque subalpino, especialmente en su límite altitudinal.

Unidad de paisaje: (4) PONDIELLOS

Clima: Innivación persistente, fusión rápida y tardía.

Litología: calizas, pizarras y grauvacas duras.

Relieve: Masivo, laderas uniformes con pendiente fuerte (1600-3000 m).

Suelo: Suelos de escaso espesor evolucionando hacia tierras pardas. Frecuentes gradines de soliflucción.

Vegetación: Pastos subalpinos y alpinos de Festuca eskia y Festuca scoparia.

Utilización actual: Pastoreo de verano.

Valores destacados: Estéticos, pastos de moderada calidad.

Recomendaciones: Las actuaciones en las zonas pizarrosas deben prever el control de la erosión.

Unidad de paisaje: (5) FORMIGAL

Clima: Innivación persistente, fusión rápida y tardía. Ventoso en el sector más septentrional de la unidad.

Litología: Pizarras.

Relieve: Ondulado con hombreras correspondientes a ciclos de erosión antiguos (1700-2000 m).

Suelo: Tierras pardas profundas ricas en arcilla. Solifluxión activa y movimientos en masa lentos que obturan temporalmente el drenaje y dan pequeños rellanos turbosos.

Vegetación: Pasto ansotano; pasto seco de montaña mediterránea, en crestones calizos; pastos húmedos en rellanos turbosos.

Utilización actual: Pastoreo estival.

Valores destacados: Pastos de calidad excelente.

Recomendaciones: El suelo y los depósitos poco consolidados (morrenas) tienden a deslizarse sobre las pizarras subyacentes, cuya zona meteorizada actúa de lubricante. La intervención con maquinaria puede desencadenar movimientos en masa. Atención especialmente a las morrenas. Minimizar la destrucción irreversible del césped y la competencia ganadero/recreativa.

¡Ojo! - ejemplos actuales. Canteras antiguas y sus probables secuencias.

Unidad de paisaje: (6) CANALROYA

Clima: - Innivación persistente, fusión rápida y tardía.

Litología: Conglomerados, grauvacas, rocas efusivas, y escasas pizarras. *¿Permotuñas?*

Relieve: Valles de modelado glacial (1600-2300 m).

Suelo: Suelo incipiente de tipo ranker en laderas, tierras pardas en depósitos coluviales de fondo de valle.

Vegetación: Pastos subalpinos de Festuca eskia y F. paniculata en laderas con suelo profundo, brechina en suelos incipientes. Cervuno y pasto anótano en depósitos coluviales.

Utilización actual: Pastoreo de verano y deportes de invierno.

Valores destacados: Pastos de buena calidad.

Recomendaciones: Minimizar la destrucción irreversible del cesped y la competencia ganadero/~~recreativa~~.

Unidad de paisaje: (7) BLANCAS

Clima: Innivación persistente, fusión lenta y precoz. El manto nivoso se disloca pronto.

Litología: Margas y areniscas alternando en capas decimétricas.

Relieve: Laderas uniformes, pendientes 20-35°, divisorias redondeadas y cimas cupuliformes, masivas (1600-2200 m).

Suelo: Tierras pardas, profundas y francas, en cúpulas con pendiente menor de 30°. Suelos incipientes pedregosos con reptación y solifluxión superficial muy activas, en laderas con mayor pendiente.

Vegetación: Tasca montana de Bromus erectus y pasto ansoteno, en suelos profundos. Pastos de montaña mediterránea (Festuca scoparia), en laderas erosionadas.

Utilización actual: Pastoreo estival.

Valores destacados: Pastos de calidad excelente.

Recomendaciones: Evitar la destrucción irreversible del césped y la concentración de agua subcortical que puede desencadenar deslizamientos de suelo.

Unidad de paisaje: (8) COLLARADA

Clima: Innivación persistente, fusión lenta y precoz. Manto nivoso muy evolucionado por hielo/deshielo.

Litología: Calizas y areniscas cretácico-eocenas.

Relieve: Dorso de cuesta, vertientes tabulares localmente carstificadas (1700-2800 m).

Suelo: Roca desnuda con pequeños depósitos arenolimosos intercalados. Suelos, en general, incipientes.

Vegetación: Pasto de montaña mediterránea (Festuca scoparia) con praderitas de pasto ansotano en las pequeñas depresiones intercaladas.

Utilización actual: Pastoreo estival.

Valores destacados: Interés biogeográfico. Pastos de calidad moderada, especialmente para ganado lanar.

Recomendaciones: Evitar intervenciones mecanizadas, sobre todo en calizas. Los vertidos incontrolados pueden contaminar los acuíferos carsticos.

Unidad de paisaje: (9) BORAU

Clima: Innivación ocasional, vientos secos descendentes.

Litología: Margas y areniscas alternando en capas decimétricas muy plegadas.

Relieve: Divisorias redondeadas, laderas uniformes (20-30° pendiente). Rellanos correspondientes a ciclos antiguos de erosión (600-1600 m).

Suelo: Suelos degradados, salvo en divisorias, recubiertos de una armadera de cantos. Textura limosa. Reptación y desprendimientos profundos, sobre todo en los depósitos antiguos. Alternancias bruscas de inundación-sequía.

Vegetación: Matorral de boj y aliagas en campos abandonados de solanas. Pinares en umbrías. Matorral de erizón en lomas.

Utilización actual: Aprovechamiento maderero en pinares. Repoblación forestal y pastoreo primaveral/otoñal en solanas.

Valores destacados: Los pinares por encima de 1000 m.s/M son los de mejor calidad de la región.

Recomendaciones: Minimizar las actuaciones en pinares sobre todo en la franja superior con abetos, hayas o Pinus uncinata). Conservar los escasos rodales de quejigal. Prever riesgos de movimientos en masa, sobre todo en depósitos coluviales.

Unidad de paisaje: (10) CANAL DE BERDÚN

Clima: Innivación ocasional, relativamente ventoso, inversión térmica frecuente.

Litología: Depósitos cuaternarios sobre margas.

Relieve: Rampas y terrazas altas (coronas) disecadas por vaguadas (paules) (600-900). Ríos con cauce divagante sobre amplio lecho de inundación.

Suelo: Suelos rubificados en "coronas", arenosos en superficie, arcillosos en profundidad y con muchos cantos. Pesados, limosos y húmedos en paules. De vega, fértiles pero muy superficiales, en terrazas inferiores. La erosión de la cobertura cuaternaria produce afloramientos de malas tierras margosas.

Vegetación: Laboreo predominante. Aliagares en algunas coronas, pastos secos con erizón y Pinus sylvestris en afloramientos de flysch. Sauceras y choperas en lechos de inundación.

Utilización actual: Predominantemente cerealista. Prados y huertas en terrazas bajas irrigadas.

Valores destacados: Mayor potencial agrícola en paules y terrazas fluviales intermedias.

Recomendaciones: Evitar actuaciones urbanísticas en paules y terrazas intermedias e inferiores. Remodelación de malas tierras margosas por relleno de carcazas con escombros de construcción. Evitar extracciones de gravas en cauces sin previsión de efectos hidromorfológicos. Evitar emisiones de humos en áreas propensas al embalsamiento de aire frío.

Unidad de paisaje: (11) BERNUÉS

Clima: Innivación ocasional, contrastes térmicos acusados.

Litología: Arcillas y areniscas en bancos métricos o decamétricos.

Relieve: En cuestas, más o menos quebrado según buzamientos y proporción de areniscas (600-1200 m).

Suelo: Suelos pardo calizos, degradados. Dorsos de cuesta más arenosos, frentes más arcillosos y fácilmente erosionables por acarreamiento.

Vegetación: Carrascal montano en dorsos de cuesta; quejigales y pinares en frentes arcillosos más pendientes; matorrales de erizón en áreas degradadas. Pastos bastos de Brachypodium pinnatum en rodales húmedos al pie de frentes de cuesta.

Utilización actual: Pastoreo primaveral; campos abandonados y aprovechamiento maderero.

Valores destacados: Pastos de invierno de calidad moderada revalorizables a partir de la mejora de los pastos en ambientes húmedos.

Recomendaciones: Conservar rodales de quejigos (boalares) y pinares en umbrías pendientes. Riesgo de erosión en frentes de cuesta. Siempre que sea posible, conservar o crear tramas leñosas, arbustivas o arbóreas.

Unidad de paisaje: (12) OROEL

Clima: Innivación ocasional, vertientes norte y oeste especialmente húmedas.

Litología: Conglomerados masivos o dominantes.

Relieve: Sinclinales o depresiones suaves bordeadas de cantiles resaltando sobre los materiales más blandos subyacentes (1200-1800 m).

Suelo: Depresiones con suelos antiguos, rubificados y acumulación de arcilla en horizontes inferiores. Tendencia actual al empardecimiento con lixiviación superficial.

Vegetación: Pasto de Bromus erectus con orlas de erizón en llanos superiores. Bosques mixtos eutrofos y abetales bajo los cantiles.

Utilización actual: Pastoreo primaveral y otoñal. Aprovechamiento maderero en pinar y abedul.

Valores destacados: Estéticos; biogeográficos en cantiles; ecológicos en abetales y bosques mixtos; pastorales en llanos superiores.

Recomendaciones: Evitar actuaciones urbanísticas en cantiles y bosques mixtos-abetales al pie de los mismos.

Unidad de paisaje: (13) ABENA

Clima: Innivación ocasional. Calor estival e inversiones térmicas frecuentes.

Litología: Arcillas dominantes.

Relieve: Cuencas y depresiones.

Suelo: Suelos pardo calizos, profundos, arcilloso y pesados. Tienden a erosionarse en los bordes, más pendientes, de las depresiones.

Vegetación: Tierra de labor; pinares orlando las depresiones.

Utilización actual: Cereal.

Valores destacados: Buena fertilidad.

Recomendaciones: Conviene dar prioridad a su utilización agropecuaria.

Unidad de paisaje: (14) BIESCAS

Clima: Innivación ocasional. Al sur de las Sierras Interiores, frecuentes inversiones térmicas y vientos del norte intensos.

Litología: Depósitos cuaternarios dominantes.

Relieve: Llanuras fluvio-glaciares bordeadas de conos de deyección. Llanos de colmatación por obturación morrénica (900-1300 m).

Suelo: Vega de buena fertilidad. Humedad excesiva tras los restos de morrenas frontales (Senegúé, Castiello).

Vegetación: Choperas y sauceras en lechos de inundación, labor en riberas, matorrales de boj, Berberis vulgaris e Hippophae rhamnoides, en conos de deyección pedregosos.

Utilización actual: Prados de siega, patatas y cereal.

Valores destacados: Potencial productivo agrícola muy elevado.

Recomendaciones: Conviene dar prioridad a la utilización agraria. Esta unidad regula los baches pastorales y permite el aprovechamiento ganadero de un territorio mucho más amplio. Conviene regular la extracción de gravas en cauces.

Las actuaciones urbanísticas en conos de deyección deben prever los riesgos de reactivación de los mismos.

Unidad de paisaje: (15) BALADRIAS

Clima: Innivación poco persistente.

Litología: Predominan pizarras y arcillas del permotrias.

Relieve: Formaciones coluviales, depósitos de pendiente con relieve relativamente suave.

Suelo: Tierras pardas de buena profundidad con riesgo de erosión por reptación superficial.

Vegetación: Antiguos panares o cultivos marginales de cereal.
Pastizal de montaña media.

Utilización actual: Pasto de diente, ocasionalmente de siega.

Valores destacados: Potencial productivo elevado; fácil conversión en prados de siega.

Recomendaciones: Conviene respetar el aprovechamiento agropecuario.

Unidad de paisaje: (16) CANFRANC

Clima: Innivación poco persistente, vientos desecantes e intensos, oscilaciones térmicas amortiguadas.

Litología: Calizas.

Relieve: Gargantas y foces.

Suelo: Cantiles y roquedos con muy escasos depósitos coluviales sobre los que se desarrollan tierras pardas.

Vegetación: Bosques mixtos al pie de cantiles; prados de siega en depósitos coluviales; carrascales montanos y vegetación termófila en salida meridional de las gargantas.

Utilización actual: Prados de siega en los escasos depósitos coluviales.

Valores destacados: Biogeográficos y estéticos en cantiles.

Recomendaciones: Limitar intervenciones mecánicas en cantiles y respetar en lo posible la utilización agropecuaria de los escasos prados.

VI. Bibliografía

- CREUS, J., 1983.- El Clima del Alto Aragón Occidental. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos. 109: 233 p. Jaca.
- GARCÍA-RUIZ, J.ª, FUIGDEFÁBREGAS, J.; CREUS, J., 1981.- Los recursos hídricos de la provincia de Huesca. 840 p. (xeroscop.)
Diputación Provincial. Huesca.
- GARCÍA-RUIZ, J.ª y FUIGDEFÁBREGAS, J. 1982.- Formas de erosión en el flysch eoceno surpirenaico. Cuadernos de Investigación Geográfica, VIII(1-2): 85-124. Logroño.
- LAECORRE, S.; LAZA, E.; LABIENA, L.; SANCLERENTE, F., 1975.- Estudio Agronómico de la Jacetania. Delegación Provincial Agricultura. Huesca.
- MONTEBERRAT, F., 1971.- El ambiente vegetal jacetano. Pirineos, 101: 5-22 (1 mapa a 1:200.000), Jaca.
- FUIGDEFÁBREGAS, J., 1955.- Avance para un estudio climatológico del Alto Aragón. Pirineos, 79-80: 115-139. Jaca.
- FUIGDEFÁBREGAS, J., 1970.- Características de la inversión térmica en el extremo oriental de la depresión interior altoaragonesa. Pirineos, 96: 21-50. Jaca.

PUIGDEFÁBREGAS, J. y CREUS, J., 1978.- Climas topográficos en montaña: un ejemplo en el macizo de San Juan de la Peña (Huesca). En "VI Simposio de Bioclimatología C.S.I.C.": 72-84. Madrid.

SCLER, M. y PUIGDEFÁBREGAS, C., 1972.- Esquema litológico del Alto Aragón Occidental. Pirineos, 106: 5-15 (1 mapa a 1:100.000). Jaca.